

PERENCANAAN PENGEMBANGAN BANDAR UDARA MELONGUANE KABUPATEN KEPULAUAN TALAUD PROVINSI SULAWESI UTARA

Bryan Barsel Tulungen

F. Jansen , M. Manoppo

Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado

Email: btulungen@gmail.co.id

ABSTRAK

Kabupaten Kepulauan Talaud Provinsi Sulawesi Utara merupakan kabupaten yang dahulunya di mekarkan dari kabupaten kepulauan Sangihe dan Talaud saat ini sedang giat-giatnya membenahi dan meningkatkan sarana infrastruktur yang ada terutama di ibukota kabupaten Talaud yaitu Melonguane. Bandar udara Melonguane terletak di ibu kota kabupaten dan saat ini tergolong sebagai bandara klas III dengan jenis pesawat yang beroperasi masih tergolong pesawat kecil yaitu Dornier 328 dan ATR 72-500 sehingga dianggap perlu untuk ditingkatkan kemampuan pelayanannya agar dapat memenuhi permintaan masyarakat serta ikut menunjang pertumbuhan dan perkembangan daerah.

Dalam merencanakan pengembangan suatu lapangan terbang harus memperkirakan arus lalu lintas di masa yang akan datang. Dengan menganalisa data lima tahun jumlah penumpang, bagasi dan cargo menggunakan analisa regresi dapat diramalkan arus lalu lintas dimasa yang akan datang sehingga pengembangan bandar udara dianggap perlu dilakukan atau tidak. Berdasarkan data-data primer yang diperoleh dari bandara seperti data klimatologi, data karakteristik pesawat, data tanah, keadaan Topografi dan data existing bandara digunakan sebagai acuan dalam merencanakan pengembangan bandar udara.

Untuk pengembangan bandar udara Melonguane-Talaud yang akan direncanakan adalah Runway, Taxiway, Apron, Terminal penumpang, Gudang dan Parkir kendaraan.

Berdasarkan hasil perhitungan yang mengacu pada standar Internasional Civil Aviation organization (ICAO) dengan pesawat terbang rencana Boing 737-800 maka dibutuhkan panjang landasan 2.656 meter lebar 51 meter dan jarak antara sumbu landasan pacu dan sumbu landasan hubung adalah 170 meter lebar total taxiway 25 meter dengan tebal perkerasan lentur 70 Cm, luas apron $102 \times 93 = 9.486 \text{ m}^2$, tebal perkerasan rigid pada apron Metode Federal Aviation Administration (FAA) = 35 Cm sedangkan dengan metode Portland Cemen Asosiation (PCA) = 41 Cm, luas terminal penumpang 5.400 m^2 , luas gudang 32 m^2 dan luas pelataran parkir 1000 m^2 .

Kata kunci: *Kabupaten Kepulauan Talaud, Pengembangan Bandar Udara, Runway, Taxiway, Apron.*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Kabupaten Kepulauan Talaud secara astronomis terletak pada koordinat $04^{\circ} 00' 11,1'' \text{ LU} - 126^{\circ} 40' 24 \text{ BT}$. Yang memiliki daratan seluas $1.251,02 \text{ Km}^2$ (sumber: Badan Pusat Statistik Kabupaten Kepulauan Talaud 2015).

Sebagai salah satu daerah kepulauan, Talaud sangat bergantung pada transportasi udara, hanya saja fasilitas-fasilitas penunjang dari bandara kurang memadai dan jumlah pesawat yang beroperasi hanya Dornier 328 untuk Express Air dan ATR-42 untuk Wings Air sedangkan jumlah masyarakat pengguna cukup

banyak, ini dapat dilihat dari pemesanan tiket dimana para calon penumpang harus menggunakan daftar tunggu selama dua sampai tiga minggu untuk mendapatkan tiket keberangkatan, sedangkan jika dilihat dari segi tingkat perekonomian dan pariwisata kedua sektor ini akan memberikan keuntungan bagi daerah ini tetapi harus didukung dengan penyediaan fasilitas-fasilitas penunjang seperti transportasi, salah satunya transportasi udara.

Maksud dan tujuan penulisan

Yang menjadi maksud dan tujuan penulisan ini adalah untuk Merencanakan Pengembangan Lapangan Terbang Yang Berada di Kabupaten Talaud Propinsi Sulawesi Utara Yaitu Bandar

Udara Melonguane, dengan pesawat jenis Boing 737-800 sebagai pesawat rencana. Boing 737-800 digunakan karena sesuai informasi dari pimpinan bandar udara melonguane akan disiapkan untuk didarati pesawat berbadan besar seperti B737-800 dan juga untuk pesawat berbadan besar yang tersedia di Indonesia khususnya di bandara besar terdekat yaitu bandar udara Sam Ratulangi yang beroperasi sekarang kebanyakan Boing 737-800. Hal ini juga didukung oleh ketersediaan lahan yang masih cukup luas untuk pengembangannya dan juga guna mengantisipasi lonjakan arus penumpang yang terjadi.

Pembatasan Masalah

Ruang lingkup penelitian ini hanya terbatas pada perencanaan runway, taxiway, exit taxiway, apron, dan terminal area yang terdiri dari gedung terminal, gudang dan pelataran parkir dimana yang akan dihitung hanya luas yang dibutuhkan untuk masa yang akan datang sesuai dengan perencanaan pengembangannya. Analisa yang digunakan pada skripsi ini adalah analisa teknis namun tidak termasuk perencanaan sistem drainase lapangan terbang dan struktur dari bangunan terminal.

Manfaat Penulisan

Dalam penelitian ini penulis berharap kiranya skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi mahasiswa/mahasiswi Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi dalam menunjang pembelajaran perencanaan pengembangan Bandar Udara dalam bidang transportasi khususnya transportasi udara. Dan juga agar menjadi pertimbangan dalam memberikan informasi bagi para perencana, kontraktor maupun pemerintah dalam hal pengembangan dan peningkatan bandar udara dimasa yang akan datang.

LANDASAN TEORI

Fungsi dan Peranan Lapangan Terbang

Sistem lapangan terbang terbagi menjadi dua yaitu sisi udara (*air side*) dan sisi darat (*land side*), keduanya dibatasi oleh terminal yang memiliki komponen-komponen dan fungsi yang berbeda dalam kegiatan kebandarudaraan. Adapun komponen-komponen dari kedua sistem lapangan terbang tersebut adalah sebagai berikut:

- Runway (landas pacu)
- Taxiway (landas hubung)
- Apron (tempat parkir pesawat)

- Terminal Building (gedung terminal)
- Gudang
- Tower (Menara pengontrol)
- Fasilitas keselamatan (pemadam kebakaran)
- Utility (Fasilitas listrik, Telepon, Air, dan Bahan bakar).

Klasifikasi Lapangan Terbang

Dalam merencanakan suatu lapangan terbang ditetapkan standar-standar perencanaan oleh dua badan penerbangan internasional yaitu ICAO dan FAA yang merupakan badan penerbangan yang mengeluarkan syarat-syarat yang harus dipenuhi oleh sebuah lapangan terbang.

Klasifikasi Menurut ICAO

ICAO mengklasifikasikan suatu lapangan terbang dengan kode yang disebut *Aerodrome Reference Code* dengan mengkategorikan dalam dua elemen. Kode nomor 1 - 4 mengklasifikasikan panjang landas pacu minimum atau *Aerodrome Reference Field Length (ARFL)*. Sedangkan kode huruf A-F mengklasifikasikan lebar sayap pesawat (*wingspan*) dan jarak terluar pada roda pendaratan dengan ujung sayap.

Tabel 1 Klasifikasi lapangan terbang menurut ICAO

Elemen 1		Elemen 2		
Kode Angka	ARFL	Kode Huruf	Wingspan	Jarak terluar roda pendaratan
1	< 800 m	A	< 15 m	< 4,5 m
2	800 m - < 1.200 m	B	15 m - < 24 m	4,5 m - < 6 m
3	1.200 m - < 1.800 m	C	24 m - < 36 m	6 m - < 9 m
4	≥ 1.800 m	D	36 m - < 52 m	9 m - < 14 m
		E	52 m - < 60 m	9 m - < 14 m
		F	65 m - < 80 m	9 m - < 16 m

(Sumber : ICAO, *Aerodrome Design Manual Part 1 Edition, 2006. Halaman 1-4*)

Klasifikasi Menurut FAA

FAA mengklasifikasikan lapangan terbang dalam dua kategori yaitu :

- Pengangkutan udara (*air carrier*)
- Penerbangan umum (*General Aviation*)

Konfigurasi Lapangan Terbang

Konfigurasi lapangan terbang adalah jumlah dan arah (orientasi) dari landasan (*runway*) serta penempatan bangunan terminal termasuk lapangan parkirnya yang berkaitan dengan landasan itu.

Menentukan Panjang Runway

Saat merencanakan runway, keadaan lingkungan lapangan terbang yang sangat berpengaruh adalah temperatur dan elevasi. Kebutuhan akan panjang runway untuk

perencanaan bandar udara dari ICAO, ARFL (*Aero Reference Field Length*) adalah panjang landasan pacu minimum yang dibutuhkan pada kondisi standar yaitu:

- Elevasi muka laut = 0
- Kondisi standar atmosfer = $15^{\circ}\text{C} = 59^{\circ}\text{F}$
- Tidak ada angin bertiup
- Kemiringan (slope) = 0%
- Maximum certificate take off weight

Dalam menentukan arah runway hal yang sangat penting diperhatikan adalah arah dan kecepatan angin.

Persyaratan ICAO, panjang landasan pacu yang diperlukan oleh pesawat rencana dalam muatan penuh harus dikoreksi terhadap elevasi, temperature dan slop pada daerah pengembangan setempat.

Koreksi Terhadap Elevasi

Menurut ICAO, ARFL bertambah sebesar 7% setiap kenaikan 300m (100ft) dihitung dari ketinggian muka laut. Maka koreksinya terhadap landasan adalah sebagai berikut:

$$L1 = L0 \times \left(1 + \frac{7}{100} \times \frac{H}{300}\right) \dots \dots \dots (1)$$

Dimana :

$L0$ = panjang landas pacu minimum pada kondisi standar (m)

H = Elevasi (m)

$L1$ = Panjang landas pacu setelah dikoreksi terhadap elevasi (m)

Koreksi Terhadap Temperatur

Menurut ICAO panjang landas pacu harus dikoreksi terhadap temperatur sebesar 1% untuk kenaikan 1°C , sedangkan untuk setiap kenaikan 1.000 m dari muka laut rata-rata temperatur turun $6,5^{\circ}\text{C}$. Dengan dasar ini ICAO merekomendasikan hitungan koreksi temperatur sebagai berikut:

$$L2 = L1 \times [1 + 0,01 \times (T(150,0065H))] \dots \dots \dots (2)$$

Dimana :

T = Temperatur

H = Elevasi

$L1$ = Panjang landas pacu setelah dikoreksi terhadap elevasi (m)

$L2$ = Panjang landas pacu setelah dikoreksi terhadap temperatur (m)

Koreksi Terhadap Slope

Menurut ICAO bahwa setiap kenaikan slope 1 % panjang landas pacu bertambah 10%. Sehingga dapat dihitung panjang landas pacu

yang dibutuhkan oleh suatu pesawat rencana dengan menggunakan koreksi sebagai berikut:

$$L3 = L2 \times (1 + 0,1 \times \text{slope}) \dots \dots \dots (3)$$

Dimana :

$L3$ = Panjang landasan yang dibutuhkan oleh pesawat rencana (m)

$L2$ = Panjang landasan setelah dikoreksi terhadap temperatur (m)

Menentukan Lebar Landas Pacu

Untuk menentukan lebar landas pacu dapat diambil sesuai persyaratan yang dikeluarkan ICAO.

Tabel 2 Lebar Perkerasan Landasan

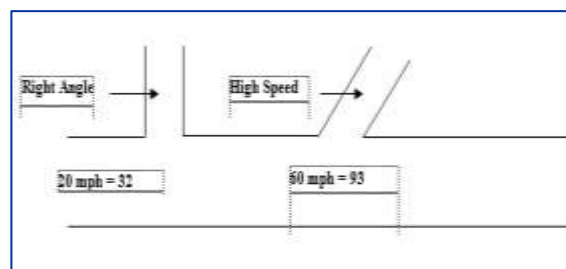
KODE ANGKA	Code Letter				
	A	B	C	D	E
1	18 m	18 m	18 m		
2	23 m	23 m	23 m		
3	30 m	30 m	30 m	45 m	
4			45 m	45 m	45 m

Shoulders should be provided for a Runway where the code letter is D or E, and the runway width is less than 60 m. The Runway shoulder should extend symmetrically on each side of the Runway so that the over all width of Runway and its shoulders is not less than 60 m.

(Sumber : F Jansen. "Perengkapan Kuliah Lapangan Terbang", hal 6)

Perencanaan Landas Hubung (Taxiway)

Fungsi utama taxiway adalah sebagai jalur keluar masuk pesawat dari landas pacu ke bangunan terminal dan sebaliknya atau dari landas pacu ke hangar pemeliharaan.



Gambar 1 Exit taxiway

(sumber : H.Basuki, 1984 "Merencanakan Merancang Lapangan Terbang" hal 203)

Menentukan Lokasi Exit Taxiway

Lokasi exit taxiway ditentukan berdasarkan jarak yang diperlukan pesawat sejak menentu *Threshold* sampai pesawat dengan kecepatan tertentu bisa memasuki taxiway.

Adapun hal-hal yang harus diperhatikan dalam menentukan lokasi exit taxiway adalah sebagai berikut :

1. Jarak dari *Threshold* ke *touchdown*
2. Kecepatan waktu *touchdown*

3. Kecepatan awal sampai titik A
4. Jarak dari touchdown sampai titik A
5. Group desain pesawat

Untuk menentukan exit taxiway digunakan rumus sebagai berikut :

$$Distance\ to\ exit\ taxiway = Touchdown\ Distance + D \dots \dots \dots (4)$$

Dimana :

Jarak *touchdown* = 300 m untuk pesawat group B, sedangkan untuk pesawat group C dan D adalah 450 m.

$$D = \frac{(S1)^2 - (S2)^2}{2a} \dots \dots \dots (5)$$

$S1$ = *Touchdown speed* (m/s)

$S2$ = *Initial Exit Speed* (m/s)

a = *Perlambatan* (m/s²)

Hasil yang didapat pada perhitungan ini adalah berdasarkan kondisi pada standar sea level. Jarak yang didapat tersebut harus dikoreksi terhadap dua kondisi yaitu elevasi dan temperatur dengan rumus sebagai berikut: setiap kenaikan 300 m dari muka laut jarak harus ditambah 3%.

$$L1 = L0 (1 + 0,03 \times H/300) \dots \dots \dots (6)$$

Setiap kenaikan 6,5°C kondisi standar (15°C = 59°F) jarak bertambah 1%

$$L2 = L1 (1 + 1\% \times (\frac{T_{ref} - T_0}{5,6})) \dots \dots (7)$$

Lebar Taxiway

Lebar taxiway dan lebar total taxiway yang termasuk didalamnya bahu taxiway sesuai dengan yang disyaratkan ICAO.

Tabel 3 Lebar Taxiway

	E	D	C	B	A
Lebar taxiway	23 m (75 ft)	23m (75 ft) 18m (60 ft)	18m (60 ft) 15m (50 ft)	10,5m (35 ft)	7,5m (25 ft)
Lebar total dan bahu landasan	44m (145 ft) 93m (306 ft)	38m (125 ft)	25m (82 ft)	-	-
Taxiway strip width	44m (145 ft)	85m (275 ft)	57m (188 ft)	39m (128 ft)	27m (74 ft)
Lebar area yang diratakan untuk strip taxiway		38m (125 ft)	25m (82 ft)	25m (82 ft)	22m (74 ft)

(Sumber : H.Basuki, "Merancang, Merencana Lapangan Terbang", hal 192)

Metode Perencanaan Perkerasan Landas

Pacu

Perkerasan adalah struktur yang terdiri dari beberapa lapisan material dengan kekuatan dan daya dukung yang berlainan.

Perkerasan terdiri atas dua macam yaitu :

1. Perkerasan Lentur (*Flexible Structural*)
2. Perkerasan Kaku (*Rigid Structural*)

Dalam penggunaan grafik dari FAA ini diperlukan data nilai CBR dari *subgrade* dan nilai CBR *sub base*, berat lepas landas dari pesawat rencana (MTOW) dan jumlah *annual departure* dari pesawat rencana serta pesawat-pesawat yang telah terkonversi.

Analisa *annual departure* dari pesawat rencana menggunakan konversi pesawat rencana, dimana:

$$\log R_1 = (\log R_2) \left(\frac{w_2}{w_1} \right) \dots \dots \dots (8)$$

R_1 = *Equivalent Annual Departure* pesawat rencana

R_2 = *Annual departure* campuran yang dinyatakan dalam roda pendaratan pesawat Rencana

W_1 = Beban roda dari pesawat rencana

W_2 = Beban roda dari pesawat yang ditanyakan

Untuk menentukan tebal perkerasan yang diperlukan, digunakan grafik yang telah ditentukan FAA. Dari grafik yang akan dipakai, didapat total perkerasan (T) dan kebutuhan *surface coarse* untuk tebal *subbase coarse* didapat dari grafik yang sama. Sedangkan tebal *base coarse* didapat dengan mengurangi tebal total dengan tebal *surface* dan *subbase*.

$$Tebal\ Base\ Coarse = T - (surface + subbase) (9)$$

Untuk daerah non-kritis tebal *base* dan *subbase coarse* dipakai faktor pengali 0,9 dari tebal pada daerah kritis. Sedangkan *surface coarse* pada daerah non-kritis ditetapkan sesuai pada kurva. Pada daerah transisi lapisan *base coarse* direduksi sampai 0,7 dari tebal *base* pada daerah kritis, tapi *subbasenya* harus dipertebal sehingga permukaan satu dan lainnya seimbang.

Apron

Apron berfungsi sebagai tempat untuk menaikkan dan menurunkan penumpang dan barang, tempat pengisian bahan bakar, parkir pesawat dan juga tempat perawatan pesawat yang sifatnya ringan.

Faktor- faktor yang mempengaruhi ukuran apron:

- Jumlah *gate position*
- Ukuran *gate*
- Sistem dan tipe parkir pesawat
- *Wing tip clearance*

- *Clearance* antara pesawat yang diparkir dan yang sedang taxiing di apron
- Konfigurasi bangunan terminal
- Efek *jet blast* (semburan jet)
- Kebutuhan jalan untuk *gate position*.

Jumlah *gate position* yang diperlukan dipengaruhi oleh :

- Jumlah pesawat pada jam sibuk
- Jenis dan presentase pesawat terbang campuran
- Presentase pesawat yang tiba dan berangkat

Jumlah *gate position* dapat dipakai rumus sebagai berikut :

$$G = \frac{V \times T}{U} \dots \dots \dots (10)$$

(R. Horonjeff halaman 269 “planning and design airport”)

Dimana :

G = jumlah *gate position*

V = volume rencana pesawat yang tiba dan berangkat

U = faktor penggunaan (*utility factor*)

Untuk penggunaan secara mutual U = 0,6 – 0,8

Untuk penggunaan secara eksklusif = 0,5 - 0,6

Gate occupancy time untuk tiap pesawat berbeda.

Untuk pesawat kecil tanpa pelayanan T = 10 menit, sedangkan untuk pesawat besar dengan pelayanan penuh T = 60 menit.

Untuk Throught Flight (*little or no serving*)

T = 20-30 menit, untuk turn around flight (*complete servicing*) T = 40-60 menit.

Pengambilan harga T

Pesawat kelas A nilai T = 60 menit.

B nilai T = 45 menit.

C nilai T = 30 menit.

D = E nilai T = 20 menit.

Menghitung Ukuran Gate

Untuk menghitung ukuran gate tergantung ukuran standart pesawat berdasarkan wingspan, wheel track, forward roll, wing tip clearance.

Turning radius (r)

= ½ (wingspan + wheel track) + forward roll

D = (2 x r) + wing tip clearance.....(11)

Menghitung Perkerasan Apron

Dalam perencanaan menghitung perkerasan apron menggunakan dua metode yaitu metode

FAA (*Federal Aviation Administration*) dan PCA (*Portland Cement Afiation*).

Langkah-langkah yang digunakan dalam perencanaan perkerasan ini adalah sebagai berikut:

1. Buatlah ramalan annual departure dari tiap-tiap pesawat yang harus dilayani oleh bandara itu. Bagi lapangan terbang yang telah beroperasi beberapa tahun ,ramalan di buat dengan memproyeksikan kecendrungan lalu lintas yang ada ke masa depan
2. Tentukan tipe roda pendaratan untuk setiap pesawat.
3. *Maximum take off weight* dari setiap pesawat.
4. Tentukan pesawat rencana dengan prosedur seperti di bawah ini:

- Perkiraan harga K dari sub grade
- Tentukan *Flexural strength* beton. Pengalaman menunjukan bahwa beton dengan modulus keruntuhan 600-700 psi akan menghasilkan perkerasan yang paling ekonomis.
- Gunakan data-data, *flexural strenght*, harga k, MTOW, dan ramalan annual departure untuk menentukan tebal slab yang dibutuhkan, yang dapat dengan memakai kurva rencana sesuai tipe pesawat yang diberikan oleh FAA.
- Bandingkan ketebalan yang didapat untuk setiap pesawat dengan ramalan lalu lintas. Pesawat rencana adalah yang paling menghasilkan perkerasan yang paling tebal.

5. Konversikan semua model lalu lintas ke dalam pesawat rencana dengan equivalen annual departure dari pesawat –pesawat campuran tadi.
6. Tentukan *Wheel load* tiap tipe pesawat, 95% MTOW di topang oleh roda pendaratan. bagi pesawat berbadan lebar MTOW di batasi sampai 300.000 lbs (136.100 kg) dengan dual tandem.

7. Gunakan rumus:

$$\text{Log } R_1 = (\text{Log } R_2) \left(\frac{W_2}{W_1} \right)^{1/2} \dots \dots (12)$$

8. Hitung total *equivalent annual departure*
9. Gunakan harga-harga: *Flexural strength*, harga K, MTOW pesawat rencana dengan *equivalent annual departure* total sebagai data untuk menghitung perkerasa kaku dengan menggunakan perkerasan rencana yang sesuai dengan tipe roda pesawat, ketebalan yang di dapat adalah ketebalan betonnya saja, di luar *sub base*. Ketebalannya adalah untuk daerah

kritis, sedang untuk daerah tidak kritis dapat direduksi menjadi 0,9 T (T = Tebal perkerasan).

Ketebalan yang didapat adalah ketebalan betonnya saja, diluar subbase. Ketebalannya adalah untuk daerah kritis "T" dan untuk daerah non-kritis ketebalannya akan direduksi 10% menjadi 0,9 T.

Perkerasan Beton dengan Joint (Sambungan)

Joint dikategorikan berdasarkan fungsinya, yaitu joint yang berfungsi kembang disebut *expansion joint*, untuk susut disebut *contraction joint* serta untuk perhentian waktu cor disebut *construction joint*.

Gedung Terminal

Gedung terminal adalah tempat untuk memberikan pelayanan bagi penumpang maupun barang yang tiba dan berangkat. Oleh karena itu perlu disediakan ruang keberangkatan, ruang kedatangan, ruang tiket, dan lain-lain.

Tabel 4 Faktor pengali kebutuhan ruang gedung terminal

Fasilitas Ruangan	Kebutuhan ruangan 100 m ² untuk setiap 100 penumpang pada jam sibuk
Tiket/check in	1,0
Pengambilan barang	1,0
Ruang tunggu penumpang	2,1
Ruang tunggu pengunjung	2,5
Bea cukai	3,0
Imigrasi	1,0
Restoran	2,0
Operasi airline	5,0
Total ruang domestic	25,0
Total ruang internasional	30,0

(Sumber : R. Horonjeff halaman 258, "Planning and Design Airport".)

Perencanaan Gudang

Fungsi utama dari gudang adalah tempat penumpang, barang dan paket-paket pos yang tiba maupun yang akan dikirim. Untuk perencanaan gudang standar yang dipakai adalah yang dikeluarkan oleh IAIA yaitu 0,09m²/ton/tahun untuk pergerakan barang ekspor dan 0,1m²/ton/tahun untuk barang import.

Untuk menghitung luas dari gudang tersebut diambil angka 0,1m²/ton/tahun dikali dengan pos paket + barang.

Perencanaan Area Parkir

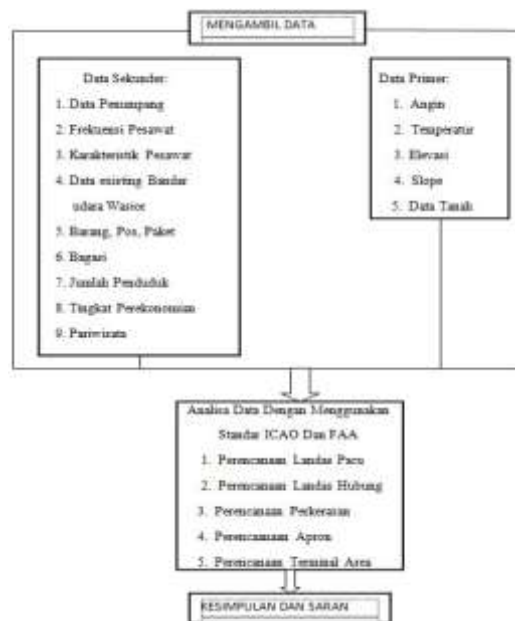
Untuk merencanakan luas parkir kendaraan, terlebih dahulu dihitung besarnya jumlah penumpang pada jam sibuk. Maka diperkirakan untuk 2 orang penumpang menggunakan 1 kendaraan. Sedangkan luas rata-rata parkir 1 kendaraan adalah (2,6 × 5,5) m

METODOLOGI PENELITIAN

Metode Penelitian

Penulisan skripsi ini disusun dengan didukung oleh data atau informasi yang didapat berdasarkan:

- Study literatur : Membaca buku dan tulisan ilmiah yang berhubungan dengan penulisan ini.
- Data primer : Data yang diperoleh langsung dari hasil observasi penulis di lapangan.
- Data sekunder : Data yang diperoleh dari kantor instansi terkait yaitu BPS, BMKG dan Bandar Udara Melonguane.



Metodologi Pelaksanaan Penelitian

Perencanaan panjang landas pacu (*runway*), didasarkan pada data pesawat rencana dan dikoreksi terhadap faktor elevasi, slope dan temperatur. Peraturan dan persyaratan yang digunakan dalam perencanaan ini mengacu pada ICAO (*Internasional Civil Aviation Organization*).

Perencanaan arah landas pacu didasarkan pada data angin. Dengan menggunakan *Wind Rosediagram* dapat diketahui arah mana yang minimal 95% dari waktu yang ada, agar angin bertiup searah dengan arah tersebut.

Perencanaan *Taxiway*, didasarkan pada data pesawat rencana dan berpedoman pada syarat yang dikeluarkan oleh ICAO.

Perencanaan perkerasan (*flexibel pavement*), didasarkan pada data pesawat rencana dan data tanah. Yang mengacu pada metode yang dikembangkan oleh FAA (*Federal Aviation Administration*).

Analisa Data

Dari data-data yang diperoleh, kita dapat memperkirakan dikemudian hari bagaimana ramalan dan permintaan (*Forecast and demand*) yang akan terjadi. Data-data tersebut dapat dianalisa dengan menggunakan metode statistik yang populer seperti analisa regresi. Dimana dengan menggunakan analisa regresi kita dapat meramalkan perkembangan arus lalu lintas udara untuk masa yang akan datang. Pada dasarnya ramalan dapat dibagi menjadi tiga, yaitu :

- Ramalan jangka pendek sekitar 5 tahun
- Ramalan jangka menengah sekitar 10 tahun
- Ramalan jangka panjang sekitar 20 tahun

Dalam meramalkan atau memperkirakan arus lalu lintas udara dimasa datang kita dapat menggunakan perhitungan/analisa statistik yaitu *Analisa Trend (trend method)*. Analisa trend adalah analisa yang meramalkan kecenderungan yang terjadi dari data-data yang ada saat ini. Dengan mengetahui kecenderungan data yang akan datang berdasarkan garis trend atau garis regresi. Analisa trend yang akan digunakan pada perencanaan pengembangan ini adalah :

- Trend Linear
- Trend Eksponensial
- Trend Logaritma

Trend Linear

Bentuk persamaan : $Y = a + bx$... (13)

Dimana : a dan b = koef regresi

x = tahun yang akan ditinjau

Y = hasil ramalan

Rumus untuk menghitung a dan b :

$$a = \frac{(\sum Y)(\sum X^2) - (\sum X)(\sum XY)}{n(\sum X^2) - (\sum X)^2}$$

$$b = \frac{n[\sum (XY)] - (\sum X)(\sum Y)}{n(\sum X^2) - (\sum X)^2}$$

Rumus untuk menghitung korelasi :

$$r = \frac{n[\sum (XY)] - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{[n\sum X^2 - (\sum X)^2][n\sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

Dimana : $-1 \leq r \leq 1$

Trend Eksponensial

Bentuk persamaan $Y = a \cdot k^x$.. (14)

Dimana: a dan k = bilangan tetap, maka persamaan itu dapat diubah menjadi :

$$Y = a \cdot e^{bx} \dots \dots \dots (15)$$

Dimana :

e = Bilangan tetap 2,718281828459045

x = Tahun yang akan ditinjau

Y = Hasil ramalan

Persamaan ini diubah menjadi :

$$\text{Log} Y = \text{Log} B + (\text{Log} B)X$$

Rumus untuk menghitung a dan b :

$$\text{Log} a = \frac{\sum (\text{Log} Y)}{n}$$

$$\text{Log} b = \frac{\sum (\text{Log} Y)}{x^2}$$

Untuk menghitung r :

$$r = \frac{n \cdot \sum (x \log Y) - (\sum x)(\sum \log Y)}{\sqrt{[n \cdot \sum X^2 - (\sum X)^2][n \cdot \sum (\log Y)^2 - (\sum \log Y)^2]}}$$

Dimana : $-1 \leq r \leq 1$

Trend Logaritma

Bentuk persamaan : $y = a + b \ln x$ (16)

Dimana :

a dan b = Koefisien regresi

X = Tahun yang akan ditinjau

y = Hasil ramalan

$$b = \frac{n(\sum y) \ln x - (\sum y)(\sum \ln x)}{n(\sum \ln x)^2 - (\sum \ln x)^2}$$

$$a = \frac{\sum y - b \cdot \sum \ln x}{n}$$

Menghitung r :

$$r = \frac{n \cdot \sum y \ln x - \sum \ln x \cdot \sum y}{\sqrt{[n \sum (\ln x)^2 - (\sum \ln x)^2][n \cdot \sum y^2 - (\sum y)^2]}}$$

Dimana : $-1 \leq r \leq 1$

PEMBAHASAN

Kondisi Existing Bandar Udara Melonguane Data Umum

Nama Kota	: Melonguane
Nama Bandara	: Melonguane
Kelas Bandara	: III (Tiga)
Pengelola	: Ditjen Perhubungan Udara-Kementerian Perhubungan
Jam Operasional	: 08.00–14.00
UTC, MON-SUN	: (06.00 - 16.00 WITA)

Klasifikasi Operasi : -
Kemampuan Operasi : Cessna Caravan 208A
Kordinat Lokasi : 04.00.11.1 N / 126.40.24 E
Kategori PKP-PK : V (Lima)
Elevasi : 3,9624 m DPL

Sisi Udara

Runway Area (Daerah Landasan Pacu):
Panjang Runway : 1480 m
Lebar Runway : 30 m
Arah Landasan : 18 – 36

Apron :

a. 60m x 40m

Analisa Arus Lalu Lintas Udara Tahunan

Analisa Pesawat

Data pergerakan pesawat yang tiba dan berangkat di Bandar Udara Melonguane adalah sebagai berikut:

Tabel 5 Data Pesawat Tahun 2010-2014

Tahun	Jumlah Pesawat		
	Tiba	Berangkat	Total
2010	278	278	556
2011	270	270	540
2012	305	305	610
2013	301	301	602
2014	407	407	814

(Sumber : Kantor Bandar Udara Wasior)



Gambar 4 Diagram Pergerakan Pesawat

Dari hasil analisa perhitungan regresi pesawat menunjukkan bahwa koefisien korelasi terbesar dan mendekati data awal *analisa regresi logaritma* dengan $r = 0,846$, jadi untuk meramalkan jumlah pesawat digunakan regresi Exponensial.

Tabel 6 Ramalan Jumlah Pesawat

Tahun	X	Regresi Exponensial
2020	10	1.135
2025	15	1.735
2030	20	2.709

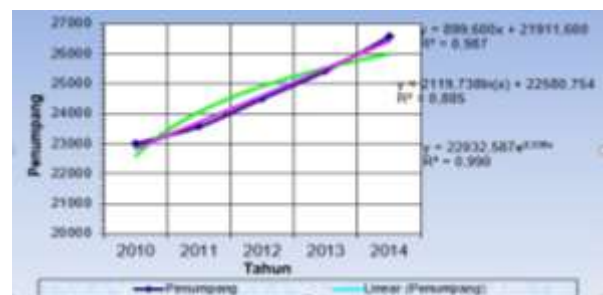
Analisa Penumpang

Data-data penumpang yang datang dan berangkat di Bandar Udara Melonguane adalah sebagai berikut:

Tabel 7 Data Penumpang Tahun 2009-2014

Tahun	Jumlah Penumpang		
	Datang	Berangkat	Total
2010	10.961	12.045	23.006
2011	11.318	12.242	23.560
2012	11.741	12.752	24.493
2013	12.383	13.035	25.418
2014	14.632	11.943	26.575

(Sumber : Kantor Bandar Udara Wamena)



Gambar 5 Diagram Pergerakan Penumpang

Dari hasil analisa perhitungan regresi penumpang menunjukkan bahwa koefisien korelasi terbesar dan mendekati data awal *analisa regresi linier* dengan $r = 0,995$, jadi untuk meramalkan jumlah pesawat digunakan regresi linier dengan persamaan yang dipakai adalah $Y = 22032,587 e^{0.036x}$

Tabel 8 Ramalan Jumlah Penumpang

Tahun	X	Regresi Linier
2020	10	31.580
2025	15	37.808
2030	20	45.265

Analisa Bagasi

Data bagasi yang masuk dan keluar pada Bandar Udara Melonguane adalah sebagai berikut.

Tabel 9 Data Bagasi Tahun 2010-2014

Tahun	Bagasi		
	Bongkar	Muat	Total
2010	68.613	57.432	126.045
2011	81.815	66.532	148.347
2012	81.464	72.195	153.659
2013	90.314	75.454	165.768
2014	94.381	79.435	173.816

(Sumber : Kantor Bandar Udara Melonguane)



Gambar 6 Diagram Pergerakan Bagasi

Dari hasil analisa perhitungan regresi Bagasi menunjukkan bahwa koefisien korelasi terbesar dan mendekati data awal *analisa regresi logaritma* dengan $r = 0,991$, jadi untuk meramalkan jumlah pesawat digunakan regresi linier dengan persamaan yang dipakai adalah : $Y = 126157.338 + 28584.552 \ln(x)$

Tabel 10 Ramalan Jumlah Bagasi

Tahun	X	Regresi Logaritma
2020	10	191.976
2025	15	203.556
2030	20	211.789

Perencanaan Runway

Runway adalah arah atau jalur landas perkerasan yang digunakan oleh pesawat pada saat *Landing* dan *Take off*. Landas pacu biasanya dirancang berdasarkan pada karakteristik dari suatu pesawat rencana yang ditentukan.

Arah Runway

Untuk merencanakan landas pacu (*Runway*) ada hal penting yang harus diperhatikan yaitu arah dan kecepatan angin. Untuk itu data angin disekitar bandar udara perlu diketahui kemudian dihitung atau dianalisa menggunakan *wind rose diagram* untuk mendapatkan presentase angin yang bertiup pada daerah yang ditinjau. Arah runway yang dimiliki oleh Bandar udara Melonguane terletak pada arah 18 – 36.

Dari hasil analisa wind rose arah NW-SE memenuhi persyaratan ICAO yaitu harus memenuhi 95% atau lebih dari total waktu agar pesawat dapat *landing* dan *take off* dengan aman.

Panjang Runway

Panjang runway bandar udara Melonguane yang ada saat ini adalah 1480 m. Berdasarkan

klasifikasi lapangan terbang yang ditetapkan oleh ICAO yang disebut dengan *aerodrome reference code* (tabel 2.1 parth 1 hal. 1-4) maka, pesawat rencana B737-800 dengan kode 4C mempunyai nilai ARFL (*Aero Reference Field Length*) = 2.256 m dan wingspan 34,32 m.

Menurut ICAO panjang landasan harus dikoreksi terhadap temperatur, elevasi dan slope atau kemiringan sesuai dengan kondisi bandar udara Wamena yang ada. Adapun data-data yang diperoleh adalah sebagai berikut:

- Pesawat rencana = Boeing B737-800 Kode 4C (ICAO Parth 1 hal. A 1-4)
- ARFL = 2.256 m
- Elevasi = 3,9624 m
- Slope = 1%
- Temperature = 27,69°C

Koreksi terhadap elevasi

$$\begin{aligned}
 L1 &= L0 \times \left(1 + \frac{7}{100} \times \frac{H}{300}\right) \\
 &= 2256 \times \left(1 + \frac{7}{100} \times \frac{3,96}{300}\right) \\
 &= 2.258,08 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Koreksi terhadap temperatur

$$\begin{aligned}
 L2 &= L1 \times [1 + 0,01 \times (T_{ref} - (15 - 0,0065 H))] \\
 &= 2.505,24 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Koreksi terhadap slope

$$\begin{aligned}
 L3 &= L2 \times (1 + 0,1 \times \text{slope}) \\
 &= 2505,24 \times (1 + 0,1 \times 0,6/1\%) \\
 &= 2.655,554 \text{ m} \approx 2656 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Lebar runway

Lebar runway yang direncanakan akan ditentukan berdasarkan pada kode huruf dan angka dari pesawat rencana, maka untuk Pesawat rencana B737-800 Sesuai dengan Aerodrome Reference Code yang dikeluarkan ICAO untuk ARFL > 1800 m mempunyai kode huruf C dan kode angka 4, sehingga bandar udara Melonguane dalam pengembangannya memerlukan lebar runway, bahu landasan, kemiringan bahu dan kemiringan melintang sebagai berikut:

- Lebar runway = 36 m
- Bahu landasan = 7,5 m
- Lebar total runway = 51 m
- Kemiringan melintang = 1,5%
- Kemiringan bahu = 2,5%

Menentukan Lebar Exit Taxiway

Untuk menentukan exit taxiway digunakan rumus sebagai berikut :

$Distance\ to\ Exit\ taxiway = Touchdown\ Distance + D$

Dimana :

Jarak Touchdown 300 m untuk pesawat group I, sedangkan untuk pesawat group II dan III adalah 450 m. (sumber : Heru Basuki, "Merancang, Merencana Lapangan Terbang" hal 204)

$$D = \frac{(S_1)^2 - (S_2)^2}{2a}$$

S_1 = Touchdown speed (m/s)

S_2 = Initial Exit Speed (m/s)

a = Perlambatan (m/s^2)

Data-data :

Pesawat rencana **B737-800** termasuk dalam pesawat group C → F. Jansen, 2007 "Pelengkap Kuliah Lapangan Terbang", hal 26

S_1 = 222 km/jam = 61,667 m/det

S_2 = 32 km/jam = 9 m/dt

a = 1,5 m/dt² = 2,25 m/dt

Jarak touchdown = 450 m

$$D = \frac{61,667^2 - 9^2}{2 \times 2,25} = 827,97\ m$$

Distance to Exit Taxiway = 450 m + 827,97 m = 1.278 m → L_0

Jarak ini (L_0) dihitung berdasarkan kondisi standart *sea level*, lokasi *exit taxiway* setelah dikoreksi adalah sebagai berikut :

Koreksi terhadap elevasi

Syarat ICAO yaitu setiap kenaikan 300 m dari muka air laut jarak harus bertambah 3 %

$$\begin{aligned} L_1 &= L_0 \left(1 + 3\% \times \frac{h}{300} \right) \\ &= 1278 \left(1 + 3\% \times \frac{3.96}{300} \right) \\ &= \mathbf{1.278,51\ m} \end{aligned}$$

Koreksi terhadap temperature

Syarat ICAO yaitu setiap kenaikan 5,6° C diukur dari 15° C, jarak bertambah 1%.

$$L_2 = L_1 \times \left\{ 1 + 1\% \times \left(\frac{T_{ref} - T_0}{5,6} \right) \right\}$$

$$L_2 = 1278,51 \times \left\{ 1 + 1\% \times \left(\frac{28,2 - 15}{5,6} \right) \right\}$$

$$L_2 = \mathbf{1.307,47\ m \approx 1.308\ m}$$

Jadi bandar udara Melonguane direncanakan akan membutuhkan jarak dari *threshold* sampai titik awal *exit taxiway* dengan pesawat rencana B737-800 adalah **1.766 m**, baik dari runway arah 18 dan 36

Lebar Taxiway

Lebar taxiway dan lebar total taxiway termasuk shoulder sesuai dengan yang ditetapkan ICAO adalah sebagai berikut ;

Tabel 13 Lebar Taxiway

Description	Code Letter				
	E	D	C	B	A
Taxiway width	23 m	23 m ^{a)} 18 m ^{b)}	18 m ^{c)} 15 m ^{d)}	10,5 m	7,5 m
Overall width of taxiway and shoulders	44 m	38 m	25 m	-	-

(Sumber : (H. Basuki, 1984. "Merancang, merencanakan lapangan terbang", hal 192)

Berdasarkan pesawat rencana B737-800 yang akan mendarat di bandar udara Melonguane termasuk dalam kategori kelas 4C.

Lebar taxiway = 18 m

Lebar total taxiway dan shoulder = 25 m

Jarak minimum antara landasan pacu dan landas hubung dapat diperoleh dengan persamaan: $Jrt = 0,5 \times (LS + W1)$

Dimana : LS = lebar strip area total

W_1 = lebar wingspan pesawat rencana.

Tabel 14. Lebar Runway Strip

Kode Angka	Jenis Pendekat	Lebar Runway Strip
1	Instrument	150 m
2	Instrument	150 m
3 dan 4	Instrument	300 m

(Sumber : (H. Basuki, 1984. "Merancang, merencanakan lapangan terbang", hal 187)

Dari table tersebut diperoleh *runwaystrip* untuk lapangan terbang dengan kode angka 4 untuk jenis pendekat instrument adalah 150 m dengan lebar total 300m. maka klasifikasi bandara kode angka 4 lebar total 300 m dan $W_1 = 34,32\ m$.

$$\begin{aligned}
 Jrt &= 0,5 \times (LS + W_1) \\
 &= 0,5 \times (300 + 34,32) \\
 &= 167,16 \text{ m} \approx 170 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Perencanaan Fillet

Fillet merupakan pelebaran sebelah dalam pada *intersection* dari dua atau lebih pada *traffic way*, misalnya *runway*, *taxiway*, dan *apron*. Persyaratan dari ICAO bahwa radius *fillet* tidak boleh lebih kecil dari lebar *taxiway*. Sedangkan FAA mensyaratkan bahwa radius *fillet* antara *runway* dan *taxiway* dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 15 Radius fillet pada pertemuan runway dengan taxiway

Angle of Intersection	Radius of Fillet			
	Small airport serving general aviation aircraft		Large airport serving transport category aircraft	
	(m)	(ft)	(m)	(ft)
0 - 45°	7.5	15	22.5	75
45 - 135°	15.0	50	30.0	100
More than 135°	60.0	200	60.0	200

(Sumber : Khana S. K and Aurora, "Airport and Planning", hal 146)

PENUTUP

Kesimpulan

Dari hasil analisa dan perhitungan untuk Perencanaan Pengembangan Bandar Udara Melonguane di kabupaten Kepulauan Talaud Provinsi Sulawesi Utara, disimpulkan sebagai berikut :

Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh penulis terhadap keadaan bandar udara Wamena untuk saat ini maka, penulis ingin memberikan beberapa saran untuk jika dikemudian hari ketika perlu diadakan pengembangan adalah sebagai berikut:

1. Setidaknya perlu diadakan koreksi terhadap landas pacu bandar udara Melonguane yang ada saat ini diantaranya koreksi terhadap elevasi, temperatur dan slope.
2. Pada perencanaan ini direncanakan untuk 20 tahun kedepan yaitu tahun 2020 sampai dengan tahun 2025, sehingga diatas dari tahun 2030 perlu diadakan evaluasi kembali untuk pengembangan bandar udara Melonguane.
3. Untuk Bandar udara Melonguane saat ini sudah dipasang fasilitas rambu perlampuan seperti ILS (*Instrument Landing System*) namun belum berfungsi dengan baik sehingga layanan penerbangan dipadatkan dimulai dari pagi hingga siang hari saja. Sehingga ketika dimana ada permintaan pergerakan meningkat maka penerbangan malam dapat dilakukan, maka perlu di fungsikan lampu rambu pada Bandar udara Melonguane
4. Untuk perencanaan pengembangan dipakai pesawat rencana Boeing 737-800 namun pada landasan perencanaan pengembangan ini dapat dapat didarati oleh pesawat yang lebih besar dalam hal ini pesawat boeing 737-400 dengan syarat harus 83,2% dari Maximum take off Weight (MTOW) yaitu 52.500 kg.

DAFTAR PUSTAKA

- Arief, D.E. 2005. **Perencanaan Pengembangan Bandar Udara Sultan Babullah di Ternate Propinsi Maluku Utara**. Skripsi, Fakultas Teknik Unsrat Manado
- Basuki, H 1986. **Merancang Merencana Lapangan Terbang**
- Horonjeff, R. 1975. **Planning and Desingn of Airport**. Second Edition. New York Mac Graw – Hill Book Company
- International Civil Aviation Organization (ICAO). 1999. **Aerodromes-Annex 14 International Standards & Recommended Practices**. 3rd Edition. Canada.
- Jansen, F. 2007. **Pelengkap Kuliah Lapangan Terbang**. Universitas Sam Ratulangi. Manado
- Kantor Bandar Udara Melonguane. 2015. **Data Lalu Lintas Udara Tahun 2010-2014 dan**
- Kantor BPS Kabupaten Talaud.2015 **Kabupaten Talaud dalam Angka**
- Jimmy Regel. 2013. **Perencanaan Pengembangan Bandar Udara Kuabang Kao di Kabupaten Halmahera Utara Provinsi Maluku Utara**. Skripsi, Fakultas Teknik Unsrat Manado

Samosir.J. 2009. **Perencanaan Pengembangan Bandar Udara Domine Eduard Osok di Kota Sorong Provinsi Irian Jaya Barat**. Skripsi, Fakultas Teknik Unsrat Manado

www.wheeltrack.com. (Jarak Antar Roda).

Khana,S.K & Aurora,M.G. 1979. Airport Planning and Designn 3 edition India, New Chand & Bross.

Riardi, Duold. **Perencanaan Pengembangan Bandar Udara Sentani Di Kabupaten Jayapura Propinsi Papua**, skripsi, Fakultas Teknik Unsrat Manado, 2008

Wardhani Sartono,H, AIRPORT ENGINEERING, 1992